

PWM 驱动三基色 LED 配色控制研究

李艳芳

(厦门大学物理与机电工程学院, 福建 厦门 361005)

摘 要: LED 光源由于其耗能低、寿命长、发光效率高等特点正迅速占领各照明设备市场, 利用三基色原理又可以使 LED 发出任意颜色的可见光, 满足不同条件的照明要求。采用 PWM 调制方式进行三基色 LED 配色控制的研究, 实验证明其电路简单、操作方便, 能很好的实现各种颜色的配置和切换。

关键词: LED 三基色原理 PWM 驱动

中图分类号: TM923.01 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-4801(2011)04-072-03

LED 是 Light Emitting Diode (发光二极管) 的缩写, 它由数层很薄的掺杂半导体材料制成, 利用半导体的 PN 结把电能转换成光能^[2]。作为第四代新光源, LED 被认为是 21 世纪最具价值的光源^[1,3]。与传统光源相比, 它具有体积小、耗能低、寿命长、发光效率高等优点。

三基色 LED 的原理是利用红绿蓝 (RGB) 三种颜色的 LED 发出的光作为基础, 按适当的比例进行配色, 从而得到特定所需颜色的光源。理论上讲, 用红、绿、蓝三种颜色就可以配出任何颜色可见光。本文即研究亮度和颜色可控的三基色 LED 控制原理。LED 的调制方式有振幅调制和脉宽调制 (Pulse Width Modulation PWM) 两种方式。PWM 调制具有颜色控制精度高的特点, 适合数字电路实现。利用 PWM 驱动 LED 进行亮度控制并达到所需颜色的配比, 以满足不同条件下的照明需求。

1 硬件电路组成及工作原理

1.1 PWM 驱动原理

PWM 是一种周期恒定而高低电平的占空比可以调制的方波信号, 当输出脉冲周期一定时, 占空比越大, 输出的有效电压就越大, 所驱动负载的平均功率就越大。如图 1 所示, 当电源电压 VCC 不变时, 改变占空比即 $T_1 / (T_1 + T_2)$ 的值, 就可以改变输出电压的平均值, 这就是 PWM 的工作原理。

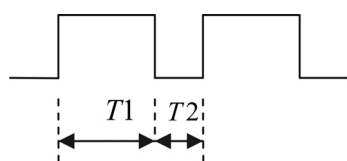


图 1 PWM 工作原理

由上述原理可知, 用 PWM 控制 LED 时, LED 发光并不是连续的, 而是在快速的闪烁。但是由于人眼具有视觉惰性, 即视觉的停留, 当 PWM 的频率达到一定值后, 人眼的闪烁感觉就会消失。使人眼闪烁感觉刚好消失的频率叫临界闪烁频率。所以, 只要 PWM 的频率足够高, 人眼感觉到的就是 LED 在整个周期内的平均亮度, 即可以用 PWM 的占空比来控制 LED 的亮度变化。

现在产生 PWM 控制信号的技术已经十分成熟, 可以有很多方法, 比如用 555 电路或者用专门的芯片如 SG3525 等, 但是这都会导致电路的复杂化, 增加电路成本。ATmega48 单片机自带快速 PWM 信号输出功能, 可用来产生高频的 PWM 波形, 方法简单只需在程序中设置相应寄存器即可, 为了简化电路, 直接采用 ATmega48 单片机作为 PWM 信号输出单元。

1.2 无线遥控模块介绍

在颜色切换的触发控制中采用 433M 的 J04P 无线射频模块进行远程遥控, 并配合专用的编码芯片 SC2262 和解码芯片 SC2272 进行信号的编码和解码。

J04P 采用独特的超再生电路结构, SMT 工艺树脂封装, 内含放大整形电路, 输出为数字信号, 可直接至解码器, 使用极为方便。2262/2272 是一种 CMOS 工艺制造的低功耗低价位通用编解码电路, 最多可有 12 位 (A0-A11) 三态地址端管脚, 任意组合可提供 531441 地址码, 2262 最多可有 6 位 (D0-D5) 数据端管脚。使用时 2262 和 2272 的地址码必须设置相同, 才能进行数据通讯^[4,5]。

433M 射频模块与 2262/2272 的典型应用电路如图 2 所示。

作者简介: 李艳芳(1987-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为电子技术研究及嵌入式系统开发。

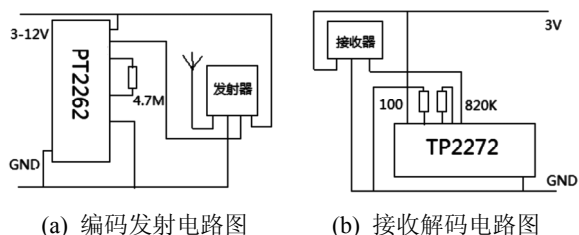


图 2 2262/2272 典型应用电路

本文所做研究采取 2262-M4 进行编码，可方便实现点动控制。编码芯片 2262 发出的编码信号由：地址码、数据码、同步码组成一个完整的码字，解码芯片 2272 接收到信号后，其地址码经过两次比较核对后，VT 脚才输出高电平，与此同时相应的数据脚也输出高电平，如果发射端一直处于按键状态，编码芯片就会连续发射。当发射机没有按下时，2262 未接通电源，其 DOUT 引脚（数据码输出引脚）为低电平，433M 的高频发射电路不工作，当有键按下时，2262 上电工作，其 DOUT 脚输出经调制的串行数据信号。在 2272 接收端，发射的射频信号，经射频接收电路接收、解调、整形、还原成编码波形。

图 3 LED 驱动电路图

因 LED 发光亮度对电流变化非常敏感, 所以

图中用 Q1、Q2 构成恒流源驱动电路^[6], 防止电压波动时, 电流变化造成 LED 亮度的晃动。

2 软件部分设计

系统中颜色的切换控制采用两个外部中断实现, 中断 0 用于实现单步颜色切换, 中断 1 用于实现颜色的循环显示。遥控器按下按钮 1 时, 中断 0 请求, 单片机分别改变三路 PWM 的比较寄存器的值来改变占空比, 使 LED 颜色切换到下一种颜色。实验中设置了七种颜色加上白色, 切换顺序为白、红、橙、黄、绿、青、蓝、紫(到紫色后重新切换到白色)。遥控器按下按钮 2 时, 中断 1 请求, LED 进入循环状态, 颜色自动按上述顺序以很短的时间间隔快速切换, 再次按下按钮 LED 停止循环状态。

七种颜色的三基色配比如表 1 所示 (255 代表最大值)。

表 1 七种颜色的三基色配比

	红	橙	黄	绿	青	蓝	紫
R 分量	255	255	255	0	0	0	160
G 分量	0	97	255	255	255	0	32
B 分量	0	0	0	0	255	255	240

程序流程图如图 4 所示。

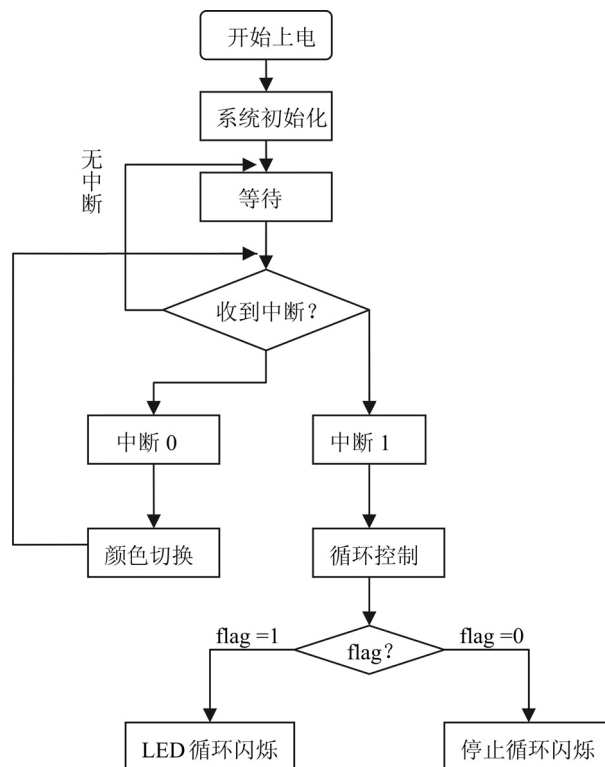


图 4 程序流程图

3 实验结果分析

实验验证, 改变占空比可以很好的实现颜色由白到紫的顺序切换, 但是在占空比为 0 时 LED 微亮而非全灭状态。观察光耦输出端 Opt-out 端电压发现当 PWM 占空比为 0 时, Opt-out 端电压在每个周期内都有一个瞬间低压值, 导致占空比为 0 时 LED 呈微量状态。如图 5 所示。

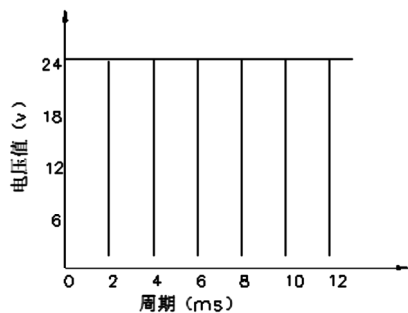


图 5 光耦输出波形异常图

经分析这是由单片机 PWM 模块工作原理造成的。每个周期内, PWM 引脚在计数到达比较值之前输出高电平, 比较匹配后输出低电平, 当计数到最大值 top 时, 输出变回高电平, 依次此循环。当比较值设为 0 时, 在整个周期内都为比较匹配, 输出低电平, 但是当计数到最大值 top 时瞬间变成高电平。因为 LED 采用共阳极接法, 光耦输出波形与单片机 PWM 输出高低电平逻辑刚好相反。

参考文献:

- [1] 汪敏, 夏咸军. 新型 LED 背光源技术及应用[J]. 光电子技术, 2005(4): 267-270.
- [2] Mueller GO, Mueller R. Illumination grade white LEDs[J]. Proc.Of SPIE, 2002, 4776:122-130.
- [3] 杨清德, 康娅等. LED 及其工程应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007.
- [4] TP2262/2272 Datasheet[EB/OL]. [Http://www.cecb2b.com](http://www.cecb2b.com).
- [5] 郭昕刚, 宋宇. 基于 PT2262 /2272 的防盗器[J]. 长春大学学报, 2010, 20(6):79-80.
- [6] Alou P, Cobos J A, Uceda J, et al. Design of a low voltage DC/DC converter for telecom application with a new scheme for self-driven synchronous rectification [A]. IEEE APEC. 1999.

为解决这个问题, 现将光耦的输入地端接到单片机的普通 IO 口上, 当单片机输出除占空比 0 之外的 PWM 时, 相应的 IO 口置低(相当于接地), 当单片机输出占空比为 0 的占空比时, 相应的 IO 口置高, 避免瞬间高峰值导通光耦。图 6 为改进后的光耦输出波形, 改进后的电路很好的实现了 LED 颜色由白到紫的循环切换。

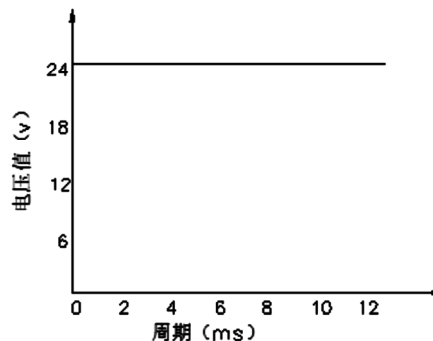


图 6 改进后光耦正常输出波形图

4 结束语

本文根据三基色原理对 LED 配色进行了驱动控制研究, 用三路 PWM 分别驱动 RGB 三颜色 LED, 通过调节它们的亮度来产生所需颜色的光。实验证明, 该方法能很好的实现 LED 各种颜色的配置, 且发光亮度稳定。此外利用无线射频模块实现了颜色的远程遥控, 电路简单, 操作方便, 能很好的满足 LED 的各安装场合。